

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 14 781.7

Anmeldetag: 03. April 2002

Anmelder/Inhaber: Johann Wolfgang Goethe-Universität,
Frankfurt am Main/DE

Bezeichnung: FT-IR-Messvorrichtung, insbesondere für die
Spektrometrie wässriger Systeme

IPC: G 01 N 21/35

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 22. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

BOEHMERT & BOEHMERT

ANWALTSSOZIELTÄT

Boehmert & Boehmert • P.O.B. 10 71 27 • D-28071 Bremen

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstr. 12

80297 München

DR.-ING. KARL BOEHMERT, PA (1929-1972)
DIPL.-ING. ALBERT BOEHMERT, PA (1903-1992)
WILHELM J. H. STAHLBERG, RA, Bremen
DR.-ING. WALTER ROORMANN, PA*, Bremen
DIPL.-PHYS. DR. HEINZ GODDAR, PA*, München
DR.-ING. ROLAND LIESEGANG, PA*, München
WOLF-DIETER KUNTZE, RA, Bremen, Alicante
DIPL.-PHYS. ROBERT MÜNZHUBER, PA (1933-1992)
DR. LUDWIG KOUJER, RA, Bremen
DR. (CHEM.) ANDREAS WINKLER, PA*, Bremen
MICHAELA RUTZ-DIERIG, RA, München
DIPL.-PHYS. DR. MARION TÖNHARDT, PA*, Düsseldorf
DR. ANDREAS EBERT-WEIDENFELLER, RA, Bremen
DIPL.-ING. EVA LIESEGANG, PA*, München
DR. AXEL NORDEMANN, RA, Berlin
DIPL.-PHYS. DR. DOROTHEA WEBER-BRILL, PA*, Frankfurt
DIPL.-PHYS. DR. STEFAN SCHÖRE, PA*, München
DR.-ING. MATTHIAS PHILIPP, PA*, Berlin
DR. MARTIN WURTZ, RA, Düsseldorf
DR. DETMAR SCHÄFER, RA, Bremen
DR. JAN BERND NORDEMANN, LL.M., RA, Berlin
DR. CHRISTIAN CZYCHOWSKI, RA, Berlin
DR. CARL-RICHARD HAARMANN, RA, München
DIPL.-PHYS. CHRISTIAN W. APPELT, PA*, München

PROF. DR. WILHELM NORDEMANN, RA, Berlin
DIPL.-PHYS. EDUARD BAUMANN, PA*, Hohenkirchen
DR.-ING. GERALD KLÖPSCH, PA*, Düsseldorf
DIPL.-ING. HANS W. GROENING, PA*, München
DIPL.-ING. SIEGFRIED SCHIRMER, PA*, Berlin
DIPL.-PHYS. LORENZ HANSENWIKEL, PA*, Potsdam
DIPL.-ING. ANTON FREIHERR RIEDEKER V. PAAR, PA*, Landshut
DIPL.-ING. DR. JAN TÖNNIES, PA, RA, Kiel
DIPL.-PHYS. CHRISTIAN BIEHL, PA*, Kiel
DIPL.-PHYS. DR.-ING. UWE MANASSE, PA*, Bremen
DIPL.-PHYS. DR. THOMAS L. BITTNER, PA*, Berlin
DR. VOLKER SCHMITZ, M. Juris (Oxford), RA, München
DR. ANGE NORDEMANN-SCHIFFEL, RA*, Potsdam
KERSTIN MAUCH, LL.M., RA, Potsdam
DIPL.-BIOL. DR. JAN B. KRAUSS, RA, München
JÜRGEN ALBRECHT, RA, München
DR. KLAUS TIM BRÖCKER, RA, Berlin
DR. ANDREAS DUSTMANN, LL.M., RA, Potsdam
DIPL.-ING. NILS T. P. SCHMID, PA*, München
FLORIAN SCHWAB, LL.M., RA, München
DIPL.-BIOCHEM. DR. MARKUS ENGELHARD, PA, München
DIPL.-CHEM. DR. KARL-HEINZ B. METTEN, PA*, Frankfurt
DIPL.-ING. DR. STEFAN TARUTIS, PA, Düsseldorf
PASCAL DECKER, RA, Potsdam

In Zusammenarbeit mit/in cooperation with
DIPL.-CHEM. DR. HANS ULRICH MAY, PA*, München

PA - Patentanwalt/Patent Attorney
RA - Rechtsanwalt/Attorney at Law
• - European Patent Attorney
• - Brandenburg, zugelassen am OLG Brandenburg
• - Maître en Droit
• - Licencié en Droit
Alle zugelassen zur Vertretung vor dem Europäischen Markenamt, Alicante
Professional Representation at the Community Trademark Office, Alicante

Ihr Zeichen
Your ref.

Ihr Schreiben
Your letter of

Unser Zeichen
Our ref.

Bremen,

Neuanmeldung
(Patent)

J50003

3. April 2002

Johann Wolfgang Goethe Universität
Senckenberganlage 31
60054 Frankfurt am Main

FT-IR-Meßvorrichtung, insbesondere für die Spektrometrie wässriger Systeme

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine FT-IR-Meßvorrichtung, insbesondere für die Spektrometrie wässriger Systeme, die mindestens eine Meßeinheit, insbesondere eine Meßzelle, umfassend mindestens einen ATR-Körper; mindestens eine Infrarot-Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum emittiert; mindestens einen Detektor und mindestens eine Auswerteeinheit umfaßt. Des weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen

- 46.595 -

Hollerallee 32 • D-28209 Bremen • P.O.B. 10 71 27 • D-28071 Bremen • Telefon +49-421-34090 • Telefax +49-421-3491768

MÜNCHEN - BREMEN - BERLIN - DÜSSELDORF - FRANKFURT - BIELEFELD - POTSDAM - BRANDENBURG - KIEL - PADERBORN - LANDSHUT - HOHENKIRCHEN - ALICANTE

<http://www.boehmert.de>

e-mail: postmaster@boehmert.de

Infrarotmeßvorrichtung für die qualitative und quantitative Bestimmung von Inhaltsstoffen in insbesondere wässrigen Systemen.

Die Infrarotspektroskopie ist dem Fachmann hinlänglich bekannt und wird insbesondere in der organischen Chemie zur Bestimmung funktioneller Gruppen eingesetzt (s.a. Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie, M. Hesse et. al., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1984, Kapitel 2), wobei sich die Proben in allen drei Aggregatzuständen sowie im gelösten Zustand vermessen lassen. Neben dem Einsatz in der Strukturaufklärung ist auch bereits vorgeschlagen worden, IR-spektroskopische Verfahren für die Prozeßanalytik einzusetzen.

In der DE 36 05 518 A1 wird eine Meßzelle für die IR-Spektrometrie beschrieben, mit der sich auch von kleinen Probemengen Absorptions- bzw. Emissionsspektren aufnehmen lassen, so daß z.B. chromatographisch aufgetrennte Probefractionen kontinuierlich detektiert werden können. Man verwendet hierfür eine Meßzelle, die über einen sogenannten ATR-Kristall (ATR = Attenuated Total Reflection) verfügt. Als Infrarotlichtquelle kommt eine solche mit kontinuierlichem Spektrum zum Einsatz. Sobald die, eine Innenwand der Meßzelle bildende Fläche des ATR-Kristalls mit einer stationären Phase eines Chromatographieverfahrens versehen werden soll, um eine die Meßzelle durchströmende Probe zu untersuchen, wird vorgeschlagen, parallel oder nachfolgend auch ATR-Fluoreszenz-, Phosphoreszenz- oder Raman-Spektren zu messen. Um auch sehr geringe Probenmengen vermessen zu können, wird in der DE 36 05 518 A1 eine Meßzelle offenbart, deren mittlerer Bereich durch ein zusätzliches Element ausgefüllt wird, wodurch die Konstruktion dieser Meßzelle sehr kompliziert wird und ein Verstopfen beim Durchfließen nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Um die Messung dennoch fortführen zu können, ist dann zumeist die komplette Meßzelle auszuwechseln. Im übrigen sind der DE 36 05 518 über die kontinuierliche Kontrolle von Chromatographieverfahren hinaus keine Hinweise zu entnehmen, ob bzw. gegebenenfalls wie sich mit der beschriebenen Meßzelle bestimmte Substanzen qualitativ oder quantitativ ermitteln lassen.

Gemäß DE 43 24 141 A1 lassen sich auch niedrige Isopropanol-Gehalte (< als 10%) in Feuchtemitteln für Druckmaschinen kontinuierlich bestimmen, wenn man mit einer getakteten

IR-Strahlungsquelle nach einem modifiziertem Vier-Strahl-Verfahren arbeitet. Als Infrarot-Strahlungsquelle kommt wiederum eine solche mit einem kontinuierlichen Spektrum im nahen Infrarotbereich in Betracht. Weitergehende Angaben zum Infrarotmeßverfahren sind diesem Dokument ebenfalls nicht zu entnehmen.

Um die Konzentration von Inhaltsstoffen in wässrigen Flüssigkeiten verläßlich und reproduzierbar bestimmen zu können, ist gemäß DE 197 48 849 A1 der zu messende Analyt vor der Messung gezielt einer chemischen Reaktion zu unterwerfen, welche die übrigen Bestandteile der flüssigen Probe unbeeinflusst läßt. Darüber hinaus hat die chemische Reaktion mit dem Analyten derart zu sein, daß eine einwandfreie IR-spektrometrische Konzentrationsbestimmung ermöglicht wird. Diese Vorgehensweise zur Bestimmung polarer Substanzen in wässrigen Systemen ist sehr aufwendig und kostenintensiv und darüber hinaus nur auf wenige Analyte, d.h. diejenigen, die die erforderliche chemische Reaktion eingehen, beschränkt.

Bei der Herstellung von alkoholischen wie nicht-alkoholischen Getränken ist es erforderlich, die Konzentration der jeweiligen Inhaltsstoffe möglichst zu jedem beliebigen Zeitpunkt, geeigneter Weise kontinuierlich, bestimmen zu können, um Produktausschuß zu minimieren und eine möglichst hohe Qualität sicherstellen zu können. Der Gehalt an z.B. Zucker oder Alkohol in Getränken wird trotz der mittlerweile zur Verfügung stehenden, weit entwickelten spektrometrischen Verfahren heutzutage immer noch über Dichte-Messungen ermittelt. Diese Verfahren sind sehr aufwendig, erfordern eine ausgefeilte und anspruchsvolle Meßtechnik und eignen sich nur bedingt für kontinuierliche Messungen, also beispielsweise für den On-line-Einsatz.

Auch bei Qualitätsweinen läßt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Frage der Echtheit der ausgewiesenen Produkte zumeist nur mit Hilfe sehr kostspieliger Techniken, wie z.B. der mehrdimensionalen NMR-Spektroskopie, verläßlich feststellen. Zudem können nur hochqualifizierte Fachleute derartige NMR-Geräte betreiben und die mit diesen erhaltenen Spektren auswerten.

Darüber hinaus sind z.B. in der medizinischen Diagnostik selbst für Routineuntersuchungen von Blut oder Urin regelmäßig größere Probemengen erforderlich, was einen hohen Material- wie auch Personalaufwand mit sich bringt, und vom behandelten Patienten häufig als unangenehm empfunden wird.

Es wäre daher wünschenswert, auf Vorrichtungen und Verfahren zurückgreifen zu können, mit denen sich auch geringe Mengen an Inhaltsstoffen in insbesondere wässrigen Systemen qualitativ wie quantitativ auf einfache Weise sehr genau bestimmen lassen.

Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, eine Meßvorrichtung zu finden, die einfach herzustellen und zu handhaben ist, die auf einfache Weise in der Prozeßanalytik, auch im Dauerbetrieb einsetzbar ist, z.B. bei der Herstellung von Getränken, und mit der sich Inhaltsstoffe in Flüssigkeiten, insbesondere in wässrigen Systemen, präzise und verlässlich bestimmen lassen.

Demgemäß wurde eine Infrarotmeßvorrichtung, auch FT-IR-Meßvorrichtung genannt, gefunden, bei der die Strahlung der Lichtquelle mit einem in oder auf der Meßeinheit aufnehmbaren Probensystem wechselwirkt, wobei das vom Detektor aufgezeichnete Interferogramm in der Auswerteeinheit über Fourier-Transformation ausgewertet wird bzw. auswertbar ist, und wobei die Meßeinheit mindestens einen ATR-Körper enthält, der mindestens zwei ebene Begrenzungsflächen umfaßt, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5.

Die erfindungsgemäße FT-IR-Meßvorrichtung verfügt über mindestens eine Lichtquelle, die in der Lage ist, fortwährend ein kontinuierliches Spektrum zu emittieren. Derartige Lichtquellen sind dem Fachmann zum Beispiel als Nernst-Stifte, welche im wesentlichen aus Zirkonoxid und Zusätzen an Seltenen Erden bestehen, sowie als sogenannte Globare, im wesentlichen bestehend aus Siliciumcarbid, bekannt. Ferner kommt als Lichtquelle eine elektrisch leitende Keramik in Frage. Grundsätzlich können Lichtquellen eingesetzt werden, die über

den gesamten spektralen Infrarot-Bereich oder nur über bestimmte Bereiche dieses Spektrums emittieren. Zur Bestimmung von Inhaltsstoffen mit der erfindungsgemäßen FT-IR-Meßvorrichtung kommen bevorzugt solche Lichtquellen zum Einsatz, die im mittleren Infrarotbereich elektromagnetische Strahlung emittieren, also im Bereich von etwa 2 μm bis etwa 25 μm , insbesondere von etwa 2,5 μm bis etwa 12 μm .

Das im Detektor aufgezeichnete Interferogramm, das eine Überlagerung aller im Spektrum auftretenden Wellenlängen aufzeichnet, wird in der Auswerteeinheit rechnergestützt durch Fourier-Transformation in die Frequenzen der einzelnen Schwingungen zerlegt. Einzelheiten zur Fourier-Transformation sind z.B. bei N.B. Colthup, L.H. Daly, S.E. Wiberley, Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy, Academic Press, San Diego, 1990, zu finden, worauf hiermit Bezug genommen wird. Mit der erfindungsgemäßen FT-IR-Meßvorrichtung lassen sich Inhaltsstoffe mit hoher Empfindlichkeit, Schnelligkeit und Wellenzahlenpräzision bestimmen.

Als Detektoren für die Registrierung der Meßstrahlung kann auf alle gängigen, in Infrarotmeßvorrichtungen zum Einsatz kommenden Systeme zurückgegriffen werden.

Soweit die detektierten Signale noch weiter aufbereitet bzw. ausgewertet werden sollen, kommen hierfür dem Fachmann hinlänglich bekannte Auswerteeinheiten, insbesondere computergestützte Auswerteeinheiten in Betracht. Eine Auswerteeinheit im Sinne der vorliegenden Erfindung kann auch einen Datenspeicher und/oder eine Anzeigeeinheit, z.B. einen Schreiber oder einen Bildschirm, umfassen. Diese Elemente können selbstverständlich auch separat vorliegen.

In einer bevorzugten Ausführungsform verfügt die erfindungsgemäße Meßvorrichtung über eine auswechselbare Auswerteeinheit. Beispielsweise kann eine erste Auswerteeinheit gegen eine zweite oder weitere Auswerteeinheit ausgetauscht werden. Dieses hat den Vorteil, daß z.B. auf einer ersten Auswerteeinheit ein Auswertungsprogramm für ein bestimmtes Analyseproblem vorliegt, das bei Änderung der Analyseaufgabenstellung gegen eine zweite bzw.

weitere Auswerteeinheit mit einem auf die neue Aufgabenstellung zugeschnittenen Auswertungsprogramm ausgewechselt werden kann. Bevorzugt liegen die Auswerteeinheiten in Form von Auswertemodulen vor, mit denen sich auf einfache Weise Wirkverbindungen mit der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung, insbesondere mit dem Detektor, herstellen lassen, z.B. in Form von Einsteck- oder Einschiebmodulen. Als vorteilhaft hat sich erwiesen, die jeweiligen Auswerteeinheiten durch unterschiedliche Form- und/oder Farbgebung unterscheidbar zu machen. Des weiteren können zwei oder mehrere Auswerteprogramme auf einer Auswerteeinheit vorliegen, die in einer Ausführungsform je nach Bedarf freischaltbar sind.

Die in der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung zum Einsatz kommende Meßeinheit enthält mindestens einen ATR-Körper. ATR-Körper werden im Stand der Technik auch als ATR-Kristalle bezeichnet, wenngleich diese Systeme nicht notwendigerweise in Kristallform vorliegen müssen. Demgemäß stellt z.B. auch gesintertes Silberchlorid einen funktionstüchtigen ATR-Körper/-Kristall dar.

Als Material für den verwendeten ATR-Körper kommt jedes beliebige Material in Frage, das für die verwendete Strahlung, insbesondere für elektromagnetische Strahlung im nahen Infrarotbereich, transparent ist und das darüber hinaus stark lichtbrechend bzw. hochbrechend ist und über einen Brechungsindex verfügt, der größer ist als der von Luft und/oder als der eines mit der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung zu analysierenden bzw. analysierbaren Mediums. Geeignete Materialien für den ATR-Körper umfassen Diamant, Saphir, Cadmiumtellurid, Thalliumbromid-Jodid, Silizium, Germanium, Zinkselenid, Zinksulphid, Magnesiumdifluorid, Cäsiumjodid, Silberchlorid, Kalziumdifluorid, Kaliumbromid oder Natriumchlorid. Für den Fachmann ist ersichtlich, daß bestimmte der vorgehend genannten Materialien aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit für die Vermessung wässriger Systeme nicht in Betracht kommen, z.B. ein ATR-Körper aus Natriumchlorid. In einer weiteren Ausführungsform wird auf ATR-Körper aus einem für Infrarotstrahlung transparenten Werkstoff, insbesondere einem Polymerwerkstoff, mit einem Brechungsindex vorzugsweise ≥ 1.5 , insbesondere aus Polyethylen, zurückgegriffen.

Der ATR-Körper bildet vorzugsweise mit mindestens einer ebenen Begrenzungsfläche eine Seitenwand der Meßeinheit bzw. -zelle. Der ATR-Körper kann in beliebiger Geometrie vorliegen, solange diese zuläßt, daß ein einfallender Strahl derart justiert werden kann, daß dieser vor seinem Austritt aus dem ATR-Körper insgesamt mindestens zweimal, vorzugsweise mindestens dreimal an einer oder mehreren ebenen Begrenzungsflächen reflektiert worden ist. In einer Ausführungsform verlaufen ebene Begrenzungsflächen des ATR-Körpers, an denen der Strahl reflektiert wird, parallel.

In einer weiteren Ausführungsform bestehen mindestens zwei Begrenzungsflächen der Meßeinheit oder -zelle, insbesondere sich gegenüberliegende Wände der Meßzelle, aus jeweils einem ATR-Körper. Darüber hinaus kann auch die gesamte Meßzelle aus einem ATR-Körper gefertigt sein.

In einer weiteren, bevorzugten Ausgestaltung stellt die Meßzelle eine Durchflußzelle dar. Diese hat den Vorteil, daß z.B. auch Prozeßabläufe in unterschiedlichsten Herstellungsverfahren, vorzugsweise im On-line-Modus, untersucht werden können. Diese Durchflußzellen eignen sich besonders für den Einsatz in der Prozeßanalytik.

Darüber hinaus ist es möglich, die Meßzelle bzw. den ATR-Körper auch als Tauchsonde auszugestalten, um z.B. Probensysteme, die sich anderweitig schlecht oder überhaupt nicht vermessen lassen, mit Hilfe der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung zu analysieren. Eine derartige Tauchsonde eignet sich insbesondere auch für Stichprobenkontrollen in unterschiedlichsten Verfahren, bei denen wässrige wie auch nicht-wässrige Systeme zum Einsatz kommen. Beispielsweise können bei Verwendung einer Tauchsonde auf einfache Weise Urin, Blut, Fruchtsäfte, Bier, Spirituosen, Wein, Waschlaugen oder Abwasser auf Inhaltsstoffe, z.B. polare Substanzen wie Saccharide, z.B. Glucose, Alkohole, z.B. Ethanol, oder Phosphorsäureester, untersucht werden.

In einer weiteren Ausführungsform ist wenigstens eine Begrenzungsfläche des ATR-Körpers, die dem zu analysierenden Medium aussetzbar bzw. ausgesetzt ist mit einer Beschichtung versehen, die für die Meßstrahlung transparent ist. Insbesondere wenn die Beschichtung eine

Stärke aufweist, die geringer ist als die Wellenlänge der verwendeten Meßstrahlung, kann auf jedwedem für die Meßstrahlung transparente Beschichtungsmaterial zurückgegriffen werden. Die Dicke bzw. Stärke der Beschichtung ist dagegen unkritisch, wenn es sich bei dem Beschichtungsmaterial um ein solches für einen ATR-Körper handelt. Beispielsweise kann ein ATR-Material wie Zinkselenid, das besonders bevorzugt für die erfindungsgemäß eingesetzten ATR-Körper verwendet wird, mit einer Schicht aus Diamant versehen werden. Man erhält auf diese Weise einen mit einer äußerst widerstandsfähigen und inerten Beschichtung versehenen ATR-Körper. Besonders bevorzugt wird die Diamantschicht nach einem von H. J. Neubert in Optics, Februar 2002, Seite 11, beschriebenen Verfahren aufgetragen. Danach wird mit Hilfe eines Kohlendioxidlasers mit einer Leistung von etwa 6 bis 7 kW in der Nähe einer Oberfläche eine Temperatur im Bereich von 15.000 bis 20.000°C erzeugt. Durch Einleiten von Argon in diesen Bereich wird ein Plasma erzeugt. Gibt man gasförmige Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Methan, in dieses Plasma werden freie Kohlenstoffatome gebildet, die sich auf einem Substrat, vorliegend auf einer ebenen Begrenzungsfläche eines ATR-Körpers, unter Ausbildung einer Diamantschicht sehr geringer Stärke niederschlagen lassen. Von Vorteil ist die vorhergehend beschriebene Beschichtung insbesondere bei Materialien für ATR-Körper, die toxisch, löslich, z. B. im Probenmedium, und/oder empfindlich gegenüber mechanischer Beanspruchung sind.

In einer bevorzugten Ausgestaltung verfügt die Beschichtung des ATR-Körpers der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung über eine Stärke, die geringer ist als die, vorzugsweise halbe, Wellenlänge der verwendeten Infrarot-Meßstrahlung, insbesondere über eine Stärke im Bereich von etwa 2 nm bis etwa 25 µm, besonders bevorzugt von etwa 2 µm bis etwa 12 µm. Ein geeigneter Beschichtungsstärkenbereich erstreckt sich somit auch von 2 nm bis 12 µm.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann an Stelle einer Diamantbeschichtung auch eine Schicht aus einem transparenten oder transluzenten Kunststoff, insbesondere Polyethylen eingesetzt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden die mit einer Beschichtung versehenen ATR-Körper-Materialien ausgewählt aus Saphir, Cadmiumtellurid, Thalliumbromid-Jodid, Silizium, Germanium, Zinksulphid, Magnesiumdifluorid, Cäsiumjodid, Silberchlorid, Kalziumdifluorid, Kaliumbromid und Natriumchlorid, wobei Zinkselenid bevorzugt ist.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung stellt die Meßeinheit eine druckstabile Meßeinheit dar. Druckstabil im Sinne der vorliegenden Erfindung soll auch umfassen, daß die Meßeinheit auch bei hohen Außen- wie auch hohen Innendrücker im wesentlichen einwandfrei funktioniert, daß z.B. keine Undichtigkeiten oder Beschädigungen auftreten und daß der Meßvorgang nicht durch hohe Außendrücker gestört wird. Bevorzugt wird auf Meßeinheiten, insbesondere Meßzellen, vor allem Durchflußzellen, sowie Tauchsonden zurückgegriffen, die auch bei insbesondere Außendrücker bis etwa 100 bar noch druckstabil sind. Als besonders zweckmäßig haben sich solche Meßeinheiten erwiesen, die im Bereich von 1 bis 25 bar druckstabil sind. Insbesondere haben auch die ATR-Körper als solche druckstabil ausgeführt zu sein und beispielsweise über angemessene Stärken zu verfügen. Druckstabile Meßeinheiten eignen sich beispielsweise für den Einsatz in der Prozeßanalytik, z.B. um ohne die Herstellungsbedingungen zu ändern, den tatsächlichen Fortgang des Herstellprozesses in Echtzeit verfolgen zu können. Druckstabile Meßeinheiten können demgemäß bei der Getränkeherstellung, z.B. bei der Bierherstellung, oder auch bei chemischen Verfahren eingesetzt werden. Hierbei ist auch von Vorteil, daß sich mit der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung unter Zuhilfenahme einer druckstabilen Meßeinheit polare Substanzen, z.B. Kohlenhydrate und Alkohole, qualitativ und quantitativ bestimmen lassen.

Mit der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung lassen sich sowohl einzelne Inhaltsstoffe als auch komplexe Mischungen an Inhaltsstoffen in Probesystemen eindeutig und exakt insbesondere unter Verwendung von elektromagnetischer Strahlung im mittleren Infrarotbereich untersuchen und charakterisieren, wobei es gelingt, Inhaltsstoffe insbesondere in wässrigen Systemen qualitativ und/oder quantitativ zu bestimmen. Damit liegt erstmalig eine, insbesondere auch im On-line-Betrieb einsetzbare, Infrarot-Meßvorrichtung vor, die für die Analyse von wässrigen Systemen, wie insbesondere Bier, Wein, Spirituosen, Softdrinks, Fruchtsäften,

Abwasser, Waschlaugen, Prozeßflüssigkeiten oder Körperflüssigkeiten, wie Blut, Speichel, Lymphe oder Urin, eingesetzt werden kann. Beispielsweise ist es möglich, den Zucker- und/oder den Alkoholgehalt, wie z.B. den Glucose- und/oder Ethanolgehalt, in Flüssigkeiten gleichzeitig zu bestimmen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden z.B. Inhaltsstoffe von Getränken, wie Bier, Wein, Spirituosen, Softdrinks oder Fruchtsäften, bei der Herstellung bzw. Verarbeitung und/oder beim Abfüllen mit Hilfe der erfindungsgemäßen FT-IR-Meßvorrichtung unter Verwendung einer Durchflußzelle qualitativ und quantitativ bestimmt. Bei diesen, gegebenenfalls auch nebeneinander vorliegenden Inhaltsstoffen kann es sich z.B. um Alkohole, wie Ethanol, Methanol, Propanol oder Butanol, Kohlenhydrate, Kohlensäure und/oder Proteine handeln.

Bei Kenntnis der in einer Probe möglicherweise vorliegenden Inhaltsstoffe kann die Suche nach zu detektierenden Signalen auf ganz bestimmte Frequenzen bzw. Frequenzbereiche eingeschränkt werden, wodurch sehr hohe Empfindlichkeiten zu erzielen sind. Beispielsweise können mit Hilfe der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung auch in wässrigen Systemen nebeneinander vorliegende unterschiedliche Kohlenhydrate bzw. Saccharidverbindungen, wie z.B. Fructose, Glucose, Saccharose und/oder Galaktose, identifiziert werden.

In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird die erfindungsgemäße Vorrichtung dazu genutzt, die Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse quantitativ und/oder qualitativ zu bestimmen. Dabei kann in einer Ausführungsform eine ebene Fläche eines ATR-Körpers einer Meßeinheit auf das, beispielsweise frisch aufgeschnittene, Fruchtfleisch von Obst oder Gemüse aufgelegt oder eingepreßt werden. In gleicher Weise kann z.B. auch der Reifegrad von Trauben bestimmt werden, indem der in Wirkverbindung mit einer erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung stehende ATR-Körper, beispielsweise in Ausgestaltung einer Tauchsonde oder des vorgenannten Hohlkörpers, in direktem Kontakt mit dem Fruchtfleisch gebracht oder in dieses eingetaucht wird.

Die erfindungsgemäße FT-IR-Meßvorrichtung ist insbesondere auch für die Bestimmung von Inhaltsstoffen insbesondere in der Medizin oder der Tiermedizin besonders geeignet. Beispielsweise können aus Körperflüssigkeiten wie Blut, Urin, Speichel oder Lymphe Inhaltsstoffe qualitativ und/oder quantitativ detektiert werden. Auf diese Weise werden Voraussetzungen für eine schnelle Diagnose geschaffen. So können beispielsweise mit Hilfe einer Durchflußzelle, falls gewünscht sogar On-line, das heißt im Echtzeitmodus, Blutinhaltsstoffe wie Glucose, Harnstoffe, Kreatinin oder Triglyceride sowie Alkohole, z.B. Ethanol, bestimmt werden. Demgemäß eignet sich die erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung z.B. auch für den Einsatz bei der Dialyse. Das ausgetauschte Blut kann fortwährend auf insbesondere relevante oder kritische Inhaltsstoffe untersucht und der Zeitpunkt, zu dem das Blut hinreichend gereinigt ist, exakt ermittelt werden. Hierdurch entfallen unnötig lange Dialysezeiten. Auch aufgrund der klein dimensionierbaren ATR-Körper ist es unproblematisch, für die Verwendung bei der Dialyse auf wegwerfbare oder recycelbare Durchflußzellen zurückzugreifen. Zweckmäßigerweise ist eine solche Durchflußzelle als Modul ausgestaltet, das ohne weiteres in eine Meßstrecke, z.B. in eine blutleitende Kanüle, integriert werden kann.

Aufschluß über den Zustand des bei der Dialyse zu reinigenden Blutes kann darüber hinaus auch durch die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Infrarotmeßvorrichtung vorgenommene spektroskopische Untersuchung der bei der Blutreinigung anfallenden Wasch- bzw. Austauschflüssigkeit liefern. Erfindungsgemäß wird besagte Meßvorrichtung auch für die Bestimmung von Inhaltsstoffen in dieser Waschflüssigkeit eingesetzt. Hiermit geht der Vorteil einher, daß die Messung nicht mehr unter sterilen Bedingungen stattzufinden hat, gleichwohl schnelle Aussagen über den Zustand des gereinigten Blutes möglich gemacht werden.

Für die Bestimmung z.B. der vorhergehend genannten Blutinhaltsstoffe mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung reichen aber auch bereits Mengen von etwa 100 µl aus, um exakte Angaben darüber zu erhalten, welche Substanzen gegebenenfalls in welcher Konzentration z.B. im Blut vorliegen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Blutanalyseverfahren ist man auf wesentlich geringere Mengen an Blut angewiesen und kommt darüber hinaus auch ohne weitere Verbrauchsmittel wie Spritzenkörper und -kanülen aus. Zudem gestaltet sich die Entnahme

kleiner Mengen an Blut wesentlich einfacher, z.B. auch im Hinblick auf die Einhaltung steriler Bedingungen.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist ein Urinal vorgesehen, umfassend ein Urinalbecken, enthaltend mindestens einen ATR-Körper mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, insbesondere mindestens ein Strahl einer kontinuierlichen Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, emittierenden IR-Lichtquelle einkoppelbar ist; und/oder mindestens eine Abflußleitung, in die eine Meßeinheit, insbesondere Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, insbesondere mindestens ein Strahl einer kontinuierlichen Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, emittierenden IR-Lichtquelle einkoppelbar ist. Eine Meßeinheit, umfassend den ATR-Körper, kann z.B. im Urinal selber oder in der herkömmlichen Abflußleitung des Urinals angebracht sein, liegt jedoch vorzugsweise in einer separaten oder von der Abflußleitung abgezweigten Leitung vor. Um reproduzierbare Daten zu erhalten, ist die Meßzelle zweckmäßigerweise als Durchflußzelle mit einem reversibel verschließbaren Ein- und Ausgang ausgestattet. Zudem hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Meßeinheit bzw. -zelle, beispielsweise über entsprechende Kanalsysteme, thermostatiert werden kann. Weiterhin ist es von Vorteil, wenn ein Mittel zum Reinigen der Meßeinheit mit z.B. Reinigungsflüssigkeit und/oder Wasser sowie gegebenenfalls ein Mittel zum Trocknen der Meßeinheit, z.B. ein Gebläse vorgesehen sind.

Ferner hat eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform ein Klosett zum Gegenstand, umfassend eine Klosettschüssel, enthaltend mindestens einen ATR-Körper mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche an-

grenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, insbesondere mindestens ein Strahl einer ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, emittierenden IR-Lichtquelle einkoppelbar ist; und/oder mindestens eine Abflußleitung, in die eine Meßeinheit, insbesondere Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, insbesondere mindestens ein Strahl einer ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, emittierenden IR-Lichtquelle, einkoppelbar ist. Die erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung oder eine Meßeinheit können z.B. entweder in die Abflußleitung des Klosetts integriert sein oder, was bevorzugt ist, in einer separaten oder von der Abflußleitung abgezweigten Leitung vorliegen. Wie beim vorhergehend beschriebenen Urinal kann auch die beim Klosett verwendete Meßzelle thermostatisierbar sein. Mit der vorhergehend beschriebenen Kot-Analyse lassen sich z.B. charakteristische Angaben im Hinblick auf die vorliegenden Fette sowie deren Gehalte ermitteln. In den beiden vorhergehend beschriebenen Ausführungsformen steht die Meßeinheit vorzugsweise mit einer über ein Ventil regelbaren Zuleitung für Reinigungsflüssigkeit in Verbindung, mit der nach jedem Meßvorgang die Meßeinheit/Meßzelle, insbesondere der ATR-Körper, gereinigt wird.

Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, eine Meßeinheit/Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper für den automatisierten Analysebetrieb, z.B. mit Hilfe eines Analyseautomaten bzw. -roboters. Dieser Analyseautomat umfaßt neben besagter Meßzelle eine Spül- sowie eine Trockenvorrichtung für den ATR-Körper. Auf diese Weise kann z.B. eine Durchflußzelle bzw. eine verschließbare Durchflußzelle nach dem Meßvorgang gereinigt und für die Folgemessung präpariert werden. Das vorhergehend beschriebene automatisierte Meßverfahren ermöglicht sehr kurze Meßzyklen. Beispielsweise reichen pro Meßvorgang bereits etwa 10 Sekunden aus, um beispielsweise sechs Inhaltsstoffe, z.B. in Getränken, im Blut oder Urin, bestimmen zu können. Somit kann unter Verwendung der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung eine Vielzahl an Proben automatisiert infrarotspektroskopisch vermessen werden.

Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der nachfolgenden zwei Abbildungen im Detail beschrieben, ohne daß die Erfindung auf diese besondere Ausgestaltungen beschränkt sein soll. Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung mit Durchflußzelle in schematischer Darstellung. Figur 2 zeigt einen Längsquerschnitt durch einen beschichteten ATR-Körper.

Wie der Figur 1 zu entnehmen ist, kann eine erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung in einer Ausführungsform mit einer Durchflußzelle 1 ausgestattet sein. Eine Längswand der Durchflußzelle 1 wird von einem ATR-Körper 2 mit trapezförmigem Querschnitt gebildet. Die Durchflußzelle 1 ist mit einem zylinderförmigen Kanal 3 ausgestattet, der vorliegend geradlinig durch die Durchflußzelle geführt wird. Ein Lichtstrahl wird über die IR-Lichtquelle 4, enthaltend ebenfalls ein Interferometer, mit dessen Hilfe interferenzmoduliertes Licht erzeugt werden kann, über die Schmalseite des ATR-Körpers 2 eingeführt und trifft auf die ebene Begrenzungsfläche 5, an die das zu untersuchende Medium angrenzt. Nach mehrmaliger abgeschwächter Totalreflektion wird der austretende Lichtstrahl mit Hilfe eines Detektors 6 registriert und das Signal an eine Auswerteeinheit 7, mit deren Hilfe die Fourier-Transformation vorgenommen wird, weitergegeben. Nicht abgebildet bei der Strahlungsquelle bzw. dem Detektor ist jeweils eine Spiegeloptik, mit deren Hilfe z.B. die Strahlführung optimiert und gesteuert wird. Geeignete Spiegeloptiken sind dem Fachmann jedoch hinlänglich bekannt, insbesondere auch im Zusammenhang mit Infrarotspektrometern. Der Durchfluß des Probedmediums wird unterstützt durch eine Pumpe 8, bei der es sich beispielsweise um eine Peristaltik- oder Piezopumpe handeln kann. Über ein Steuerventil 9 kann wahlweise entweder das zu analysierende Medium oder eine Spül- oder Referenzlösung, die auch einem separaten Behälter 10 entstammen kann, durch die Durchflußzelle geleitet werden. Falls die Meßlösung auch quantitativ vermessen werden soll, empfiehlt es sich, auch ein Gebläse vorzusehen, um insbesondere den ATR-Körper vor jeder neuen Messung trocken zu blasen.

In einer besonderen Ausgestaltung kann es sich bei der Durchflußzelle 1 um eine solche handeln, die ausgewechselt, das heißt durch eine andere Durchflußzelle, z.B. auch mit einem unterschiedlichen ATR-Körper ersetzt, werden kann. Auswechselbare Durchflußzellen kommen

insbesondere immer dann zur Anwendung, wenn sichergestellt werden soll, daß sterile Bedingungen eingehalten werden und/oder das Meßergebnis auf gar keinen Fall durch gegebenenfalls auf der Oberfläche des ATR-Körpers haften gebliebene Rückstände der zuvor vermessenen Probe verfälscht werden soll, beispielsweise bei der Dialyse. Die ausgewechselten Durchflußzellen können entweder entsorgt oder recycelt werden.

Gemäß Figur 2 kann eine Meßeinheit 1, 11 einen in ATR-Körper 12 mit trapezförmigem Querschnitt umfassen, der auf derjenigen ebenen Begrenzungsfläche, die dem Probenmedium ausgesetzt ist, mit einer Beschichtung 14, insbesondere einer Diamantschicht, versehen ist. An die Beschichtung schließt sich ein Raum 13 zur Aufnahme von Probenflüssigkeit an, der auch als Rohr bzw. Rohrleitung ausgestaltet sein kann, womit die Meßeinheit 11 auch eine Durchflußzelle darstellen kann. Figur 2 ist darüber hinaus ein Ausschnitt im Bereich der beschichteten Begrenzungsfläche in vergrößerter Darstellung zu entnehmen.

Die erfindungsgemäße Infrarotmeßvorrichtung erlaubt damit erstmals einen einfachen verlässlichen und kostengünstigen Zugang für die Analyse und Charakterisierung von insbesondere polaren Substanzen, z.B. solchen mit Hydroxyfunktionen, selbst in wässrigen Systemen mit hoher Genauigkeit. Von Vorteil ist weiterhin, daß auch kleinste Probemengen insbesondere auch kontinuierlich detektiert werden können.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Ansprüchen sowie in den Zeichnungen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

BOEHMERT & BOEHMERT

ANWALTSSOZIELTÄT

Boehmert & Boehmert • P.O.B. 10 71 27 • D-28071 Bremen

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstr. 12

80297 München

DR.-ING. KARL BOEHMERT, PA (1939-1972)
DIP.-ING. ALBERT BOEHMERT, PA (1902-1963)
WILHELM J. H. STAHLBERG, RA, Bremen
DR.-ING. WALTER HOORMANN, PA*, Bremen
DIP.-PHYS. DR. HEINZ GODDARD, PA*, München
DR.-ING. ROLAND LIESEGANG, PA*, München
WOLF-DIETER KUNTZE, RA, Bremen, Alicante
DIP.-PHYS. ROBERT MÜNZHUBER, PA (1933-1972)
DR. LUDWIG KOUKER, RA, Bremen
DR. (CHEM.) ANDREAS WINKLER, PA*, Bremen
MICHAELA HUTH-DIERIG, RA, München
DIP.-PHYS. DR. MARION TÖNHFARDT, PA*, Düsseldorf
DR. ANDREAS EBERT-WEIDENFELDER, RA, Bremen
DIP.-ING. EVA LIESEGANG, PA*, München
DR. AXEL NORDEMANN, RA, Berlin
DIP.-PHYS. DR. DOROTHEA WEBER-GRÜLS, PA*, Frankfurt
DIP.-PHYS. DR. STEFAN SCHÖNE, PA*, München
DR.-ING. MATTHIAS PHILIPP, PA*, Bielefeld
DR. MARTIN WITZ, RA, Düsseldorf
DR. DETMAR SCHÄFER, RA, Bremen
DR. JAN BERNHARD NORDEMANN, LL.M., RA, Berlin
DR. CHRISTIAN CZYCHOWSKI, RA, Berlin
DR. CARL-RICHARD HAARMANN, RA, München
DIP.-PHYS. CHRISTIAN W. APPELT, PA*, München

PROF. DR. WILHELM NORDEMANN, RA, Bsp.
DIP.-PHYS. EDUARD BAUMANN, PA*, Heilbronn
DR.-ING. GERALD KLÖPSCH, PA*, Düsseldorf
DIP.-ING. HANS V. GROENING, PA*, München
DIP.-ING. SIEGFRIED SCHIRMER, PA*, Bielefeld
DIP.-PHYS. LORENZ HANWINKEL, PA*, Potsdam
DIP.-ING. ANTON FRIEDRICH REIDERER V. PAAR, PA*, Landshut
DIP.-ING. DR. JAN TÖNNES, PA, RA, Kiel
DIP.-PHYS. CHRISTIAN BIEHL, PA*, Kiel
DIP.-PHYS. DR.-ING. UWE MANASSE, PA*, Bremen
DIP.-PHYS. DR. THOMAS L. BITTNER, PA*, Berlin
DR. VOLKER SCHMITZ, M. Juris (Ozfurt), RA, München
DR. ANKE NORDEMANN-SCHIFFEL, RA*, Potsdam
KERSTIN MAUCH, LL.M., RA, Potsdam
DIP.-BIOL. DR. JAN B. KRAUSS, PA, München
JÜRGEN ALBRECHT, RA, München
DR. KLAUS TIM BRÖCKER, RA, Berlin
DR. ANDREAS DUSTMANN, LL.M., RA, Potsdam
DIP.-ING. NILS T. F. SCHMIDT, PA*, München
FLORIAN SCHWAB, LL.M., RA*, München
DIP.-BIOCHEM. DR. MARKUS ENGELHARD, PA, München
DIP.-CHEM. DR. KARL-HEINZ B. MEITEN, PA*, Frankfurt
DIP.-ING. DR. STEFAN TARUTTI, PA, Düsseldorf
PASCAL DECKER, RA, Potsdam

In Zusammenarbeit mit/in cooperation with
DIP.-CHEM. DR. HANS ULRICH MAY, PA*, München

PA - Patentanwalt/Patent Attorney
RA - Rechtsanwalt/Attorney at Law
• - European Patent Attorney
• - Brandenburg, zugelassen am OLG Brandenburg
• - Mahren en Droit
• - Licencié en Droit
Alle zugelassen zur Vertretung vor dem Europäischen Markenamt, Alicante
Professional Representation at the Community Trademark Office, Alicante

Ihr Zeichen
Your ref.

Ihr Schreiben
Your letter of

Unser Zeichen
Our ref.

Bremen,

Neuanmeldung
(Patent)

J50003

3. April 2002

Johann Wolfgang Goethe Universität.
Senckenberganlage 31
60054 Frankfurt am Main

FT-IR-Meßvorrichtung, insbesondere für die Spektrometrie wässriger Systeme

Ansprüche

1. Infrarotmeßvorrichtung, insbesondere für die Spektrometrie wässriger Systeme, umfassend mindestens eine Meßeinheit, insbesondere eine Meßzelle, umfassend mindestens einen ATR-Körper; mindestens eine Infrarot-Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum emittiert, mindestens einen Detektor und mindestens eine Auswerteeinheit, dadurch gekennzeichnet, daß

- 46.595 -

Hollerallee 32 • D-28209 Bremen • P.O.B. 10 71 27 • D-28071 Bremen • Telefon +49-421-34090 • Telefax +49-421-3491768

MÜNCHEN - BREMEN - BERLIN - DÜSSELDORF - FRANKFURT - BIELEFELD - POTSDAM - BRANDENBURG - KIEL - PADERBORN - LANDSHUT - HÖHENKIRCHEN - ALICANTE

http://www.boehmert.de

e-mail: postmaster@boehmert.de

die Strahlung der Lichtquelle (4) mit einem in oder auf der Meßeinheit aufnehmbaren Probensystem wechselwirkt, wobei das vom Detektor (6) aufgezeichnete Interferogramm in der Auswerteeinheit (7) über Fourier-Transformation ausgewertet wird bzw. auswertbar ist, und daß die Meßeinheit (1, 11) mindestens einen ATR-Körper (2) enthält, der mindestens zwei ebene Begrenzungsflächen (5) umfaßt, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5.

2. Infrarotmeßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die IR-Meßstrahlung an mindestens einer ebenen Begrenzungsfläche (5) des ATR-Körpers (2) abgeschwächt totalreflektierbar ist.
3. Infrarotmeßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßzelle (1) eine, insbesondere druckstabile, Durchflußzelle oder eine im Eingangs- und Ausgangsbereich jeweils reversibel verschließbare, insbesondere druckstabile, Durchflußzelle darstellt.
4. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) mindestens eine Wandung einer Meßzelle oder einen Teil davon bildet.
5. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) die Meßzelle (1) darstellt.

6. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßzelle (1) oder der ATR-Körper (2) eine, insbesondere druckstabile, Tauchsonde darstellen.
7. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
der ATR-Körper (2) aus Diamant, Saphir, Cadmiumtellurid, Thalliumbromid-Jodid, Silizium, Germanium, Zinkselenid, Zinksulphid, Magnesiumdifluorid, Cäsiumjodid, Silberchlorid, Kalziumdifluorid, Kaliumbromid, Natriumchlorid und/oder einem für Infrarotstrahlung transparenten Werkstoff, insbesondere Polymerwerkstoff, mit einem Brechungsindex vorzugsweise ≥ 1.5 , insbesondere aus Polyethylen, gebildet wird.
8. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
wenigstens der ATR-Körper (2) und/oder die Meßzelle (1) thermostatisierbar ist bzw. sind.
9. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
der ATR-Körper (2, 12) wenigstens auf einer Begrenzungsfläche (5), die dem zu analysierenden Probensystem aussetzbar ist, eine für die Meßstrahlung transparente Beschichtung (14) umfaßt.
10. Infrarotmeßvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß
die Beschichtung (14) eine Stärke aufweist, die geringer ist als die, vorzugsweise halbe, Wellenlänge der verwendeten Infrarotmeßstrahlung, insbesondere im Bereich von etwa 2 nm bis etwa 25 μm , vorzugsweise von etwa 2 μm bis etwa 12 μm .

11. Infrarotmeßvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung (14) eine ATR-Körper-Materialschicht, insbesondere eine Diamantschicht, umfaßt und daß der beschichtete ATR-Körper vorzugsweise Zinkselenid umfaßt.
12. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinheit (1) druckstabil ist, insbesondere gegenüber Drücken bis zu 100 bar.
13. Infrarotmeßvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (7) gegen eine zweite oder weitere Auswerteeinheit (7) auswechselbar ist.
14. Verwendung der Infrarotmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 zur qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung von Inhaltsstoffen, insbesondere von Sacchariden, Harnstoff, Kreatinin, Triglyceriden, Kohlensäure, Protein, Alkoholen und/oder Phosphorsäureestern, in nicht-wässrigen und insbesondere wässrigen Systemen.
15. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässriges System insbesondere Bier, Wein, Fruchtsaft, Spirituosen oder Softdrinks eingesetzt wird.
16. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässriges System Prozeßflüssigkeit, Abwasser oder Waschlauge eingesetzt wird.
17. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässriges System Urin und/oder Kot eingesetzt wird.

18. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässrige Systeme Lymphe, Speichel und/oder Blut eingesetzt wird.
19. Verwendung nach Anspruch 14, wobei als wässriges System die bei der Dialyse anfallende Waschflüssigkeit eingesetzt wird.
20. Verwendung der Infrarotmeßvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 13 zur qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung von Inhaltsstoffen in Obst und Gemüse.
21. Urinal, umfassend ein Urinalbecken, enthaltend mindestens einen ATR-Körper (2, 12) mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen (5), der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, umfassend ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, einkoppelbar ist; und/oder mindestens eine Abflußleitung, in die eine Meßeinheit (1), insbesondere Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper (2, 12) mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen (5), der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, umfassend ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, einkoppelbar ist.
22. Urinal nach Anspruch 21, insbesondere umfassend eine Infrarotmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) in Wirkverbindung mit mindestens einer Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum im Infrarotbereich emittiert, und/oder einem Detektor (6) und/oder einer Auswerteeinheit (7) steht.

23. Klosett, umfassend eine Klosettschüssel, enthaltend mindestens einen ATR-Körper (2) mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen (5), der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, umfassend ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, einkoppelbar ist; und/oder mindestens eine Abflußleitung, in die eine Meßeinheit (1), insbesondere Meßzelle, enthaltend mindestens einen ATR-Körper (2) mit mindestens zwei ebenen Begrenzungsflächen (5), der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5, in den ein Lichtstrahl, umfassend ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarotbereich, einkoppelbar ist.
24. Klosett nach Anspruch 23, insbesondere umfassend eine Infrarotmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper (2) in Wirkverbindung mit mindestens einer Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum im Infrarotbereich emittiert, und/oder einem Detektor (6) und/oder einer Auswerteeinheit (7) steht.
25. ATR-Körper, umfassend mindestens zwei, insbesondere zueinander parallele, ebene Begrenzungsflächen, wobei mindestens eine ebene Begrenzungsfläche eine für Licht, insbesondere Infrarotlicht, transparente Beschichtung aufweist.
26. ATR-Körper nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung eine Stärke aufweist, die kleiner oder gleich der, insbesondere halben, Wellenlänge von, insbesondere mittlerem, Infrarotlicht ist.
27. ATR-Körper nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß

die Beschichtung eine Stärke im Bereich von etwa 2 nm bis etwa 25 μm , insbesondere von etwa 2 μm bis etwa 10 μm aufweist.

28. ATR-Körper nach einem der Ansprüche 25 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung eine Diamantschicht oder eine Schicht aus einem transparenten oder transluzenten Kunststoff, insbesondere Polyethylen, umfaßt.
29. ATR-Körper nach einem der Ansprüche 25 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß der ATR-Körper Saphir, Cadmiumtellurid, Thalliumbromid-Jodid, Silizium, Germanium, Zinksulphid, Magnesiumdifluorid, Cäsiumjodid, Silberchlorid, Kalziumdifluorid, Kaliumbromid oder Natriumchlorid, insbesondere Zinkselenid umfaßt.
30. Verfahren zur Herstellung von ATR-Körpern gemäß einem der Ansprüche 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß man im Plasma erzeugte Kohlenstoffatome auf mindestens einer ebenen Begrenzungsfläche eines ATR-Körpers sich niederschlagen läßt unter Ausbildung einer Diamantschicht.
31. Verwendung der ATR-Körper gemäß einem der Ansprüche 25 bis 29 als Meßeinheit, insbesondere Meßzelle, oder als Bestandteil einer Meßeinheit, insbesondere in einer Infrarotmeßvorrichtung, insbesondere einer Infrarotmeßvorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 bis 13.

Bezugszeichenliste

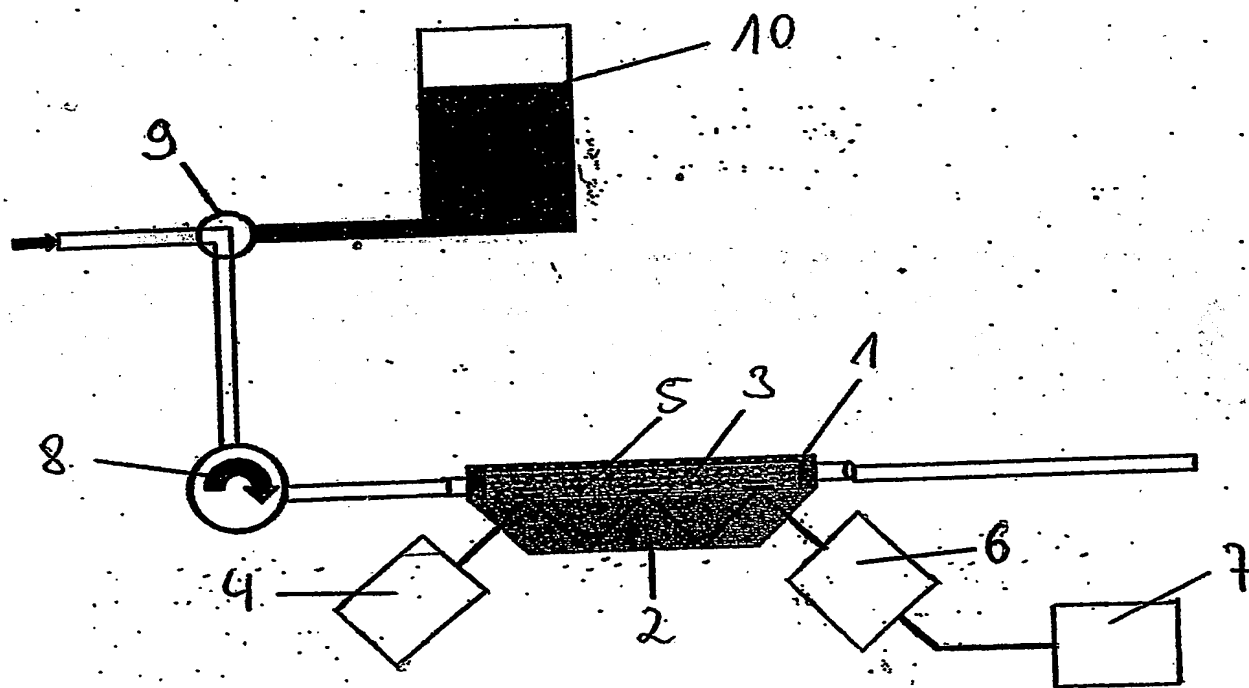
- 1 Meßzelle, Durchflußzelle
- 2 ATR-Körper
- 3 zylinderförmiger Kanal
- 4 IR-Lichtquelle, enthaltend ein Interferometer
- 5 ebene Begrenzungsfläche des ATR-Körpers 2
- 6 Detektor
- 7 Auswerteeinheit, enthaltend Programm zur Fourier-Transformation
- 8 Pumpe
- 9 Steuerventil
- 10 separates Behältnis für Spül- und/oder Referenzlösung
- 11 Meßeinheit
- 12 beschichteter ATR-Körper
- 13 Raum bzw. Rohr zur Aufnahme von Probenflüssigkeit
- 14 Beschichtung, Diamantschicht

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine FT-IR-Meßvorrichtung, insbesondere für die Spektrometrie wässriger Systeme, umfassend mindestens eine Meßeinheit, insbesondere eine Meßzelle, umfassend mindestens einen ATP-Körper; mindestens eine Infrarot-Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum, insbesondere im mittleren Infrarot-Bereich, emittiert, mindestens einen Detektor und mindestens eine Auswerteeinheit, bei der die Strahlung der Lichtquelle mit einem in oder auf der Meßeinheit aufnehmbaren Probensystem wechselwirkt, wobei das vom Detektor aufgezeichnete Interferogramm in der Auswerteeinheit über Fourier-Transformation ausgewertet wird bzw. auswertbar ist, und wobei die Meßeinheit mindestens einen ATR-Körper enthält, der mindestens zwei ebene Begrenzungsflächen umfaßt, der für die Meßstrahlung transparent ist und der einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der eines an mindestens eine Begrenzungsfläche angrenzenden, zu untersuchenden Mediums, insbesondere größer oder gleich 1.5. Weiterhin betrifft die Erfindung die Verwendung dieser FT-IR-Meßvorrichtung zur qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung von Inhaltsstoffen, insbesondere von Sacchariden, Harnstoff, Kreatinin, Triglyceriden, Kohlensäure, Protein, Alkoholen und/oder Phosphorsäureestern, in wässrigen und nicht-wässrigen Systemen.

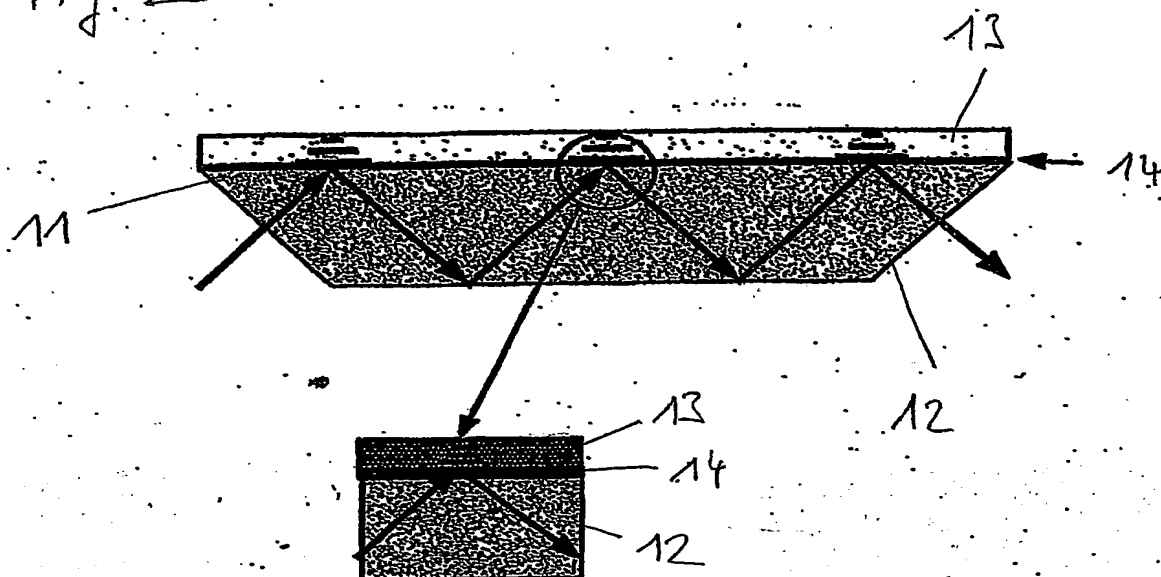
112

Fig. 1



750003

Fig. 2



750003

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.